

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT. Karena berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul **“Penyelesaian *Vehicle Routing Problem with Time Windows* (VRPTW) Pada Proses Pendistribusian dan Penjemputan Paket Menggunakan Linear Programming”**. Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan studi dan memperoleh gelar sarjana Strata Satu (S-1) di Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

Dalam penyusunan skripsi ini banyak hambatan yang dialami. Namun, berkat bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak, hambatan-hambatan tersebut dapat teratasi. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, yang dengan rahmat, petunjuk dan ridha-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Kedua orang tua tercinta, Bapak Sawari. dan Ibu Umi Kulsum. yang telah memberikan segala doa, petunjuk, bantuan, motivasi, dan semangat serta kasih sayang yang tidak pernah putus. Terima kasih atas nasihat sehingga membentuk diri penulis hingga saat ini, dan terima kasih karena tidak pernah lelah menemani penulis dalam keadaan apapun.
3. Kakak saya Arif Purwanto, serta adik Dinda Amilia Fitri dan Zainal Mustofa yang telah memberikan segala doa, petunjuk, bantuan, motivasi,. Terima kasih atas nasihat sehingga membentuk diri penulis hingga saat ini, dan terima kasih karena tidak pernah lelah menemani penulis dalam keadaan apapun.
4. Bapak Oyong Novareza, ST., MT., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Industri sekaligus Dosen Pembimbing Akademik yang selalu memberikan bimbingan, motivasi, masukan, arahan, serta ilmu kepada penulis.
5. Ibu Yeni Sumantri, S.Si., MT., Ph.D., dan Bapak Angga Akbar Fanani, ST., MT., Selaku Dosen Pembimbing I Skripsi dan selaku Dosen Pembimbing II Skripsi, atas waktu, petunjuk, dan motivasi selama menjalani seluruh rangkaian proses hingga saat ini. Terima kasih atas waktu yang diberikan untuk membimbing penulis dan memberikan masukan dan solusi ketika penulis membutuhkan bimbingan. Terima kasih karena telah menjadi guru yang baik bagi penulis.
6. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Industri yang telah dengan ikhlas memberikan ilmu yang sangat berharga bagi penulis selama menuntut ilmu di Jurusan Teknik

Industri serta Bapak dan Ibu Staff Jurusan Teknik Industri yang banyak membantu dalam urusan kegiatan akademik maupun non akademik penulis.

7. Bapak Aris Rafiq Fauzan selaku pembimbing lapang serta seluruh karyawan kantor pos pemeriksa kabupaten Lumajang atas bantuan informasi sehingga membantu penelitian penulis.
8. Kawan-kawan seperjuangan di Teknik Industri yaitu Fanda Eka, Mugh Dzin, Septian Dwi, Syahrizal Pamungkas, dan Nicko Nur yang telah memberikan doa, dukungan, bantuan, kebersamaan, bantuan selama kuliah dan pengerjaan skripsi.
9. Sahabat-sahabat dari Suka-Suka dan Joker yang selalu memberikan semangat, doa, dukungan, motivasi yang tiada hentinya kepada penulis selama kuliah dan pengerjaan skripsi.
10. Teman satu penelitian penulis Anang Hanafi yang telah membantu, memberi motivasi, dukungan, semangat, saran, diskusi serta kerja sama dalam melakukan penelitian skripsi bersama penulis.
11. Seluruh teman-teman Teknik Industri Angkatan 2013, yang telah memberikan dukungan dan do'a dalam penyelesaian skripsi penulis.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari sempurna karena itu saran dan kritik sangat diperlukan untuk kebaikan di masa depan. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya.

Malang, Januari 2018

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
RINGKASAN	xi
SUMMARY	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	4
1.3 Rumusan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Batasan Penelitian	5
1.7 Asumsi Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Penelitian Terdahulu	7
2.2 <i>Supply Chain Management</i>	8
2.3 Manajemen Logistik	11
2.4 <i>Linear Programming</i>	13
2.5 <i>Vehicle Routing Problem</i>	15
BAB III METODE PENELITIAN.....	19
3.1 Jenis Penelitian.....	19
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	19
3.3 Langkah-Langkah Penelitian	19
3.4 Diagram Alir Penelitian	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Profil PT. Pos Indonesia (Persero)	25
4.1.1 Gambaran Umum PT. Pos Indonesia (Persero).....	25
4.1.2 Visi, Misi, <i>Tagline</i> dan Kredo PT. Pos Indonesia (Persero)	26
4.1.3 Kantor Pos Pemeriksa Kabupaten Lumajang	26
4.1.4 Struktur Organisasi Kantor Pos Pemeriksa Kabupaten Lumajang	27
4.2 Pengumpulan Data	27
4.2.1 Data Lokasi Kantor Pos Pemeriksa dan Kantor Pos Cabang	27

4.2.2 Data Pendistribusian dan Penjemputan Paket / Surat.....	29
4.2.3 Data Armada Perusahaan	30
4.2.4 Waktu Pelayanan di Tiap Kantor Pos	31
4.2.5 Data <i>Time Windows</i>	32
4.2.6 Waktu Perjalanan	33
4.2.7 Biaya Pendistribusian dan Penjemputan	34
4.3 Pengolahan Data	35
4.3.1 Rute dan Biaya Distribusi Perusahaan <i>Existing</i>	35
4.3.2 Formulasi Model Matematis.....	38
4.3.2.1 Variabel Keputusan	41
4.3.2.2 Fungsi Tujuan.....	41
4.3.2.3 Fungsi Kendala.....	42
4.3.3 Penyelesaian Model Matematis Pendistribusian dan Penjemputan Paket/Surat Menggunakan Metode <i>Linear Programming</i>	45
4.3.3.1 Analisis Sensitivitas	46
4.3.3.2 Rute dan Model Struktur Pendistribusian dan Penjemputan Paket/Surat Menggunakan <i>Linear Programming</i>	51
4.3.3.3 Biaya Transportasi Proses Pendistribusian dan Penjemputan Paket/Surat Menggunakan Metode <i>Linear Programming</i>	58
4.3.3.4 Jadwal Pendistribusian dan Penjemputan Paket/Surat Menggunakan Metode <i>Linear Programming</i>	59
4.4 Analisis dan Pembahasan	63
4.4.1 Perbandingan Rute dan Model Struktur Pendistribusian dan Penjemputan Paket/Surat	63
4.4.2 Perbandingan Jarak dan Biaya Pendistribusian dan Penjemputan Paket/Surat	64
BAB V PENUTUP	67
5.1 Kesimpulan	67
5.2 Saran	68
DAFTAR PUSTAKA	69
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
-----	-------	---------

Tabel 1.1	Jenis Kantor Pos di Kabupaten Lumajang	2
Tabel 2.1	Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Akan Dilakukan	8
Tabel 4.1	Lokasi Kantor Pos Pemeriksa dan Kantor Pos Cabang	27
Tabel 4.2	Data Paket/Surat.....	30
Tabel 4.3	Data Armada Perusahaan	31
Tabel 4.4	Waktu Pelayanan	32
Tabel 4.5	<i>Time Windows</i>	33
Tabel 4.6	Biaya Pendistribusian dan Penjemputan.....	35
Tabel 4.7	Rute dan Biaya Pendistribusian serta Penjemputan <i>Existing</i>	36
Tabel 4.8	Nomor <i>Node</i> Tiap Kantor Pos.....	39
Tabel 4.9	Nomor Kendaraan	40
Tabel 4.10	Variabel Keputusan Hasil <i>Software Lingo 11.0</i>	46
Tabel 4.11	Rute dan Biaya Pendistribusian serta Penjemputan Hasil <i>Linear Programming</i>	47
Tabel 4.12	Jadwal Pendistribusian dan Penjemputan Paket/Surat Rute 1 Hasil <i>Linear Programming</i>	59
Tabel 4.13	Jadwal Pendsitribusian dan Penjemputan Paket/Surat Rute 2 Hasil <i>Linear Programming</i>	60
Tabel 4.14	Jadwal Pendistribusian dan Penjemputan Paket/Surat Rute 3 Hasil <i>Linear Programming</i>	61
Tabel 4.15	Jadwal Pendistribusian dan Penjemputan Paket/Surat Rute 4 Hasil <i>Linear Programming</i>	62
Tabel 4.16	Jadwal Pendistribusian dan Penjemputan Paket/Surat Rute 5 Hasil <i>Linear Programming</i>	62
Tabel 4.17	Jadwal Pendistribusian dan Penjemputan Paket/Surat Rute 6 Hasil <i>Linear Programming</i>	62
Tabel 4.18	Perbandingan Jarak Tempuh Pendistribusian dan Penjemputan Paket/Surat <i>Existing</i> dengan Hasil <i>Linear Programming</i>	64
Tabel 4.19	Perbandingan Biaya Pendistribusian dan Penjemputan Paket/Surat <i>Existing</i> dengan Hasil <i>Linear Programming</i>	65

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
-----	-------	---------

Gambar 2.1	Tahapan dalam <i>supply chain</i>	9
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	23
Gambar 4.1	Pengukuran jarak menggunakan aplikasi <i>Google Maps</i>	29
Gambar 4.2	Letak geografis kantor pos dan rute <i>existing</i>	36
Gambar 4.3	Struktur proses pendistribusian dan penjemputan <i>existing</i>	37
Gambar 4.4	<i>Solver status</i> penentuan rute pendistribusian dan penjemputan paket/surat model <i>linear programming</i>	46
Gambar 4.5	<i>Solver status</i> data jumlah paket/surat dikurangi 20%	48
Gambar 4.6	<i>Solver status</i> data jumlah paket/surat dikurangi 10%	49
Gambar 4.7	<i>Solver status</i> data jumlah paket/surat ditambah 10%	49
Gambar 4.8	<i>Solver status</i> data jumlah paket/surat ditambah 20%	50
Gambar 4.9	Letak geografis kantor pos dan rute <i>linear programming</i>	50
Gambar 4.10	Struktur proses pendistribusian dan penjemputan hasil <i>linear</i> <i>programming</i>	51
Gambar 4.11	<i>Solver Status</i> data jumlah paket/serat dikurang 20%	52
Gambar 4.12	<i>Solver Status</i> data jumlah paket/serat dikurang 10%	53
Gambar 4.13	<i>Solver Status</i> data jumlah paket/serat ditambah 10%	54
Gambar 4.14	<i>Solver Status</i> data jumlah paket/serat ditambah 20%	55
Gambar 4.15	<i>Solver Status</i> data jumlah paket/serat dikurang 25%	56
Gambar 4.16	<i>Userform</i> dengan perencanaan rute dan data jumlah paket/surat dikurangi 25%	56
Gambar 4.17	<i>Solver Status</i> data jumlah paket/serat ditambah 25%	57
Gambar 4.18	<i>Userform</i> dengan perencanaan rute dan data jumlah paket/surat ditambah 25%	58
Gambar 4.19	<i>Perbandingan struktur proses pendistribusian dan penjemputan existing</i> <i>dengan linear programming</i>	63

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
-----	-------	---------

Lampiran 1	Struktur Organisasi Kantor Pos Pemeriksa Kabupaten Lumajang	71
Lampiran 2	Matriks Jarak.....	72
Lampiran 3	Waktu Perjalanan dan Data Sintaks Lingo	73
Lampiran 4	Sintaks Program Proses Pendistribusian dan Penjemputan Paket/ Surat.....	74
Lampiran 5	Hasil Dari Proses <i>Solve</i> Lingo Untuk Variabel x_{ijk}	77
Lampiran 6	<i>Listing</i> Kode Program Penentuan Rute.....	99

Halaman ini sengaja dikosongkan

RINGKASAN

Abdul Qodir, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Januari 2018, *Penyelesaian Vehicle Routing Problem With Time Windows (VRPTW) Pada Proses Pendistribusian dan Penjemputan Paket Menggunakan Linear Programming*. Dosen Pembimbing: Yeni Sumantri dan Angga Akbar Fanani.

PT. Pos Indonesia (Persero) adalah salah satu perusahaan terbesar yang melayani pengiriman paket dan surat di Indonesia yang merupakan salah satu perusahaan milik negara atau salah satu Badan Usaha Milik Negara (BUMN). Kantor pos Lumajang merupakan kantor pos utama yang mengatur sistem pengiriman paket di wilayah kabupaten Lumajang. Kantor pos ini melakukan tugas pendistribusian paket dengan alamat tujuan wilayah kabupaten Lumajang. Selain melakukan pendistribusian barang kiriman, dilakukan penjemputan paket di 16 kantor pos cabang kecamatan yang akan dikumpulkan di kantor pos pemeriksa kabupaten Lumajang. Saat ini proses pendistribusian dan penjemputan paket hanya dilakukan oleh 2 mobil *box* dengan *time windows* antara pukul 07.00 – 11.00 WIB untuk pendistribusian, dan pukul 12.30 – 16.30 WIB untuk penjemputan. Karena keterbatasan armada hanya 12 kantor pos cabang yang bisa dikunjungi oleh mobil *box*. 4 kantor pos cabang yang tersisa harus dilayani dengan sepeda motor. Penentuan rute yang diterapkan saat ini hanya intuisi dari manajer PORSTRAN (Proses Transportasi dan Antar). Oleh karena itu perlu digunakan suatu metode khusus untuk mengatasi masalah tersebut, sehingga dimungkinkan untuk didapatkan rute yang lebih efisien.

Penentuan rute untuk mendapatkan biaya yang optimal dilakukan dengan menggunakan metode *linear programming*. Metode *linear programming* akan menghasilkan nilai global optimal dari seluruh kemungkinan yang ada. Pada metode ini akan dibuat model matematis yang terdiri dari variabel keputusan, fungsi tujuan dan fungsi kendala. Formulasi yang telah dibuat akan di *solve* dengan bantuan *software* Lingo. Sebelum melakukan *solve*, formulasi yang ada harus diterjemahkan dalam sintaks *software* Lingo terlebih dahulu. Hasil komputasi dari proses *solve* menggunakan *software* Lingo akan diinterpretasi untuk melihat nilai biaya optimal. Setelah biaya optimal. Selanjutnya akan dilakukan analisis sensitivitas untuk melihat apakah terjadi perubahan nilai solusi optimal, jika jumlah paket mengalami perubahan antara -20% sampai +20% dari rata – rata jumlah paket selama tahun 2016.

Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa rute dengan biaya optimal adalah rute hasil dari *linear programming*. Perbedaan rute optimal dan *existing* terjadi pada rute 1, 2, dan 4. Sedangkan untuk rute 3,5, dan tetap sama. Total biaya rute *existing* yaitu sebesar Rp. 377.024, sedangkan total biaya pada rute *linear programming* yaitu sebesar Rp. 373.154. Selisih dari total biaya kedua rute tersebut sebesar Rp. 3.870 (1,03 %) untuk satu hari kerja, atau senilai Rp. 96.750 per bulan atau senilai Rp. 1.161.000 setahun. Total jarak tempuh rute *existing* yaitu sebesar 468 km, sedangkan total jarak tempuh pada rute *linear programming* yaitu sebesar 448 km. Selisih dari total jarak tempuh kedua rute tersebut sebesar 20 km (4,27 %) untuk satu hari kerja atau 500 km per bulan atau 6000 km per tahun.

Kata Kunci: Analisis Sensitivitas, Biaya Optimal, *Linear Programming*, *Time Windows*.

Halaman sengaja dikosongkan

SUMMARY

Abdul Qodir, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, University of Brawijaya, January 2018, *Completion of Vehicle Routing Problem With Time Windows (VRPTW) On Package Distribution and Picking Process Using Linear Programming*, Lecturer: Yeni Sumantri and Angga Akbar Fanani.

PT. Pos Indonesia (Persero) is one of the largest companies serving the delivery of packages and letters in Indonesia which is one of the state-owned companies or one of the State-Owned Enterprises (SOEs). Lumajang post office is the main post office which arranges the package delivery system in Lumajang district. This post office performs the task of distributing the package with the destination address of Lumajang district. In addition to distributing shipment, pick-up packages at 16 sub-district branch offices will be collected at the Lumajang district check-in office. Currently the process of distributing and picking up the package is only done by 2 car box with time windows between 07.00 am - 11.00 am for distribution, and at 00.30 pm - 04.30 pm for pick-up. Because of the limited fleet of only 12 branch offices that can be visited by a box car. 4 remaining branch offices must be served on motorbikes. The current route determination is only the intuition of the PORSTRAN (Proses Transportasi dan Antaran). Therefore it is necessary to use a special method to overcome the problem, so it is possible to obtain a more efficient route.

Determination of route to get optimal cost is done by using linear programming method. The linear programming method will produce an optimal global value of all possible possibilities. In this method will be made a mathematical model consisting of decision variables, objective function and constraint function. Formulations that have been made will be solved with the help of Lingo software. Before performing the solve, the existing formulation must be translated in the Lingo software syntax first. The computing results of the solve process using Lingo software will be interpreted to see the optimal cost value. After optimal cost. A sensitivity analysis will be conducted to see if there is any change in the value of the optimal solution, if the number of packets changes between -20% to + 20% of the average number of packets during 2016.

The result of the research shows that route with optimal cost is route result from linear programming. The optimal and existing route differences occur on routes 1, 2, and 4. As for routes 3.5 and 6 remain the same. Total cost of existing route is Rp. 377,024, while the total cost of linear programming route is Rp. 373.154. The difference between the total cost of both routes is Rp. 3,870 (1,03%) for one business day, or Rp. 96,750 per month or Rp. 1.161.000 a year. Total mileage of the existing route is 468 km, while the total mileage on linear programming route is 448 km. The difference between the total distance of both routes is 20 km (4.27%) for one business day or 500 km per month or 6000 km per year.

Keywords: *Linear Programming , Optimal Cost, Sensitivity Analysis, Time Windows.*

Halaman ini sengaja dikosongkan